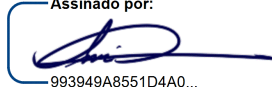


Assinado por:



993949A8551D4A0...

Luis Fernando de Mendonça de Barros Filho
Responsável Legal
Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A
Diretor Presidente

DocuSigned by:



D5A94472FB074AF

Pedro Henrique Freitas Pupim
Responsável Técnico
Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A
Engenheiro de Segurança de Barragem

Assinado por:



8A7C174DED79490...

Rodolfo Messias de Almeida
Coordenador do PAE
Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A
Gestor Operacional

SUMÁRIO

1	SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM	7
1.1	APRESENTAÇÃO	7
1.2	OBJETIVO.....	9
1.3	IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE	10
1.4	RELAÇÃO DAS ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	10
1.5	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO	10
1.5.1	Descrição da barragem e estruturas associadas	10
1.5.2	Localização e acesso	16
1.5.3	Características geológicas, topográficas e sísmicas.....	19
1.6	APROVEITAMENTOS NA CASCATA	19
1.7	RECURSOS PARA ENFRENTAMENTO A CENÁRIOS EMERGENCIAIS ..	20
1.7.1	Sistema de comunicação.....	20
1.7.2	Alimentação de Energia.....	20
1.7.3	Sala de situação em caso de desastre	21
1.7.4	Recursos humanos (Equipe Técnica).....	21
1.7.5	Recursos mobilizáveis em situações de emergência.....	21
2	SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	22
2.1	DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	22
2.2	AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA.....	22
2.2.1	Indicadores Qualitativos	23
2.2.2	Indicadores Quantitativos	25
2.3	PROCESSO DE GESTÃO DA SEGURANÇA	26
3	SEÇÃO III – PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA..	29
3.1	NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA	29
3.1.1	Notificação dos agentes internos.....	29
3.1.2	Notificação dos agentes externos.....	30
3.2	SISTEMA DE ALERTA	34
3.2.1	Indicação dos pontos de segurança	36
3.3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA	37
3.4	RESTRIÇÕES LOCAIS	39
4	SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.....	39
4.1	RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR.....	39
4.2	RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE	40
4.3	RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM..	41
4.4	RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS	42
4.5	RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR	42
4.6	SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL.....	42

4.6.1	Defesa Civil	43
4.6.2	Corpo de Bombeiros.....	46
5	SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO	46
5.1	MODELAGEM DA RUPTURA HIPOTÉTICA	46
5.2	DADOS UTILIZADOS.....	47
5.3	HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA	47
5.4	PROPAGAÇÃO HIDRÁULICA DA ONDA DE RUPTURA.....	48
5.5	ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS).....	50
5.6	ÁREA DE INFLUÊNCIA DA RUPTURA.....	51
5.7	RESTRIÇÕES LOCAIS	51
6	SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS	52
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICES	56
	APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.....	56
	APÊNDICE 2 – PROGRAMA DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE	56
	APÊNDICE 3 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM	56
	APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO	56
	APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO.....	56
	APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA	56
	APÊNDICE 7 – CARTAS DE INUNDAÇÃO.....	56
	APÊNDICE 8 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA.....	56
	APÊNDICE 9 – CADASTRO DA POPULAÇÃO INSERIDA NA ZAS	57
	APÊNDICE 10 – GUIA DO PAE	57
	APÊNDICE 11 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE	57
	APÊNDICE 12 – RESPONSABILIDADE TÉCNICA DO PAE	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista geral do empreendimento (planta).....	12
Figura 2. Vista geral do empreendimento.....	12
Figura 3. Mapa de localização da UHE Cachoeira Caldeirão.....	17
Figura 4. Mapa de Acesso da UHE Cachoeira Caldeirão.....	18
Figura 5. Fluxograma de Notificação.....	33
Figura 6. Placas de sinalização.....	37
Figura 7. Propagação dos hidrogramas de ruptura.....	49
Figura 8. Profundidade da onda propagada.....	49
Figura 9. Cotograma da ponte BR-156 para o cenário RDC 5.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Aproveitamentos na cascata do Rio Araguari.....	20
Tabela 2. Coordenadas dos Pontos de Encontro.....	36
Tabela 3. Distribuição da faixa etária da população cadastrada na ZAS.....	38
Tabela 4. Extensão ZAS.....	50
Tabela 5. Extensão da área de influência da ruptura.....	51
Tabela 6. Resumo hidráulico – Ponte sobre o rio Araguari.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Ficha Técnica da UHE Cachoeira Caldeirão.....	13
Quadro 2. Equipe de Segurança da UHE Cachoeira Caldeirão.....	21
Quadro 3. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.....	22
Quadro 4. Cores padrões dos níveis de resposta.....	23
Quadro 5. Situações de Emergência - Barragem de terra/enrocamento.....	24
Quadro 6. Situações de Emergência - Barragem de concreto.....	25
Quadro 7. Localização das sirenes.....	34
Quadro 8. Mapa de localização das sirenes.....	35
Quadro 9. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.....	47
Quadro 10. Mapeamento de estruturas vulneráveis.....	47
Quadro 11. Lista de contatos Internos e Externos.....	56
Quadro 12. Plano e Registro de Treinamento do PAE.....	56
Quadro 13. Monitoramento e Controle de Estabilidade.....	56
Quadro 14. Fichas de Ação.....	56
Quadro 15. Formulários-tipo.....	56



Quadro 16. Estudo de Ruptura Hipotética.	56
Quadro 17. Cartas de Inundação.	57
Quadro 18. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga.	57
Quadro 19. Caderno de Coordenadas das Estruturas Vulneráveis.	57
Quadro 20. Guia do PAE.	57
Quadro 21. Entidades com cópia do PAE.	57
Quadro 22. Responsabilidade técnica do PAE.	57

1 SEÇÃO I – INFORMAÇÕES GERAIS DO PAE E DA BARRAGEM

1.1 APRESENTAÇÃO

No dia 20 de setembro de 2010 foi instituída a Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei Federal nº 12.334/2010. Complementar a ela, tem-se a Lei Federal nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Estas legislações buscam garantir a observância de padrões mínimos de segurança de barragens, de modo a prevenir, reduzir a possibilidade de acidentes e/ou desastres e minimizar suas consequências. Simultaneamente, buscam regulamentar as ações de segurança a serem adotadas em diversas etapas do empreendimento, bem como definir procedimentos emergenciais e promover a atuação conjunta, em caso de incidente, acidente ou desastre, de empreendedores, fiscalizadores e órgãos de proteção e defesa civil.

As Leis Federais nº 12.334/2010 e nº 14.066/2020, aplicam-se às barragens destinadas à acumulação d'água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem, pelo menos, uma das seguintes características:

- (i) Altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 m;
- (ii) Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3 hm³;
- (iii) Reservatório que contenha resíduos perigosos;
- (iv) Categoria de dano potencial associado médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas;
- (v) Categoria de risco alto, a critério do órgão fiscalizador.

Dentre os instrumentos citados pela referida legislação, tem-se o Plano de Segurança de Barragens, do qual faz parte o Plano de Ação de Emergência (PAE). Este caracteriza uma importante ferramenta de gestão e gerenciamento do empreendimento, devendo estar sempre atualizado em relação às fases de vida da obra, às circunstâncias de operação e suas condições de segurança.

O presente documento fez uso das informações expostas na Lei Federal 12.334/2010, na Lei Federal nº 14.066/2020, no Decreto Federal 11.310 de 2022, na Resolução ANEEL nº 1.064/2023, no guia de Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas Hidrelétricas da ABRAGE (Associação Brasileira de Empresas Geradoras de Energia Elétrica) publicado em outubro de 2017, na Resolução ANA nº 236/2017, na Resolução ANA nº 121/2022 e nos Manuais do Empreendedor da ANA.

A confecção do PAE está relacionada à categoria de risco e dano potencial associado ao qual a barragem se enquadra, constituindo peça obrigatória para os aproveitamentos com dano potencial associado médio e alto ou categoria de risco alta¹.

A realização de um Plano de Ação de Emergência (PAE) para a UHE Cachoeira Caldeirão, pertencente à Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A, justifica-se pelo seu enquadramento na **CLASSE B**, apresentando Risco Baixo e Dano Potencial Associado Alto.

O PAE da barragem da UHE Cachoeira Caldeirão é composto por seis seções e seus respectivos apêndices, conforme exposto a seguir:

- i. **Seção I:** Apresenta informações gerais sobre o PAE, identifica os contatos do empreendedor e das entidades constantes no fluxograma de notificação, apresenta características gerais da barragem, descreve os recursos materiais e logísticos disponíveis em situação de emergência;
- ii. **Seção II:** Apresenta os critérios para detecção, avaliação, classificação e ações esperadas para cada nível de resposta;
- iii. **Seção III:** Define os procedimentos de notificação e o sistema de alerta;
- iv. **Seção IV:** Define as responsabilidades gerais do PAE;
- v. **Seção V:** Apresenta a síntese do estudo de ruptura e os principais resultados da modelagem da ruptura, incluindo a apresentação das cartas de inundação, descreve o vale a jusante e define a Zona de Autossalvamento;
- vi. **Seção VI:** Medidas para resgate de atingidos e mitigação de impactos.

Apêndice 1: Lista de contatos internos e externos;

Apêndice 2: Programa de treinamento e divulgação do PAE;

Apêndice 3: Monitoramento e controle de estabilidade da barragem;

Apêndice 4: Fichas de ação;

Apêndice 5: Formulários-Tipo;

Apêndice 6: Estudo de Ruptura Hipotética;

Apêndice 7: Cartas de Inundação;

Apêndice 8: Pontos de Encontro e Rotas de Fuga;

Apêndice 9: Cadastro da População inserida na ZAS;

Apêndice 10: Guia do PAE;

Apêndice 11: Entidades com cópia do PAE;

Apêndice 12: Responsabilidade técnica do PAE.

¹ Esta interpretação está em comum acordo com o estabelecido pela Lei Federal nº 14.066/2020.

Conforme disposto na Lei Federal nº 14.066/2020, o PAE deverá ser revisto periodicamente, a critério do órgão fiscalizador, nas seguintes ocasiões:

- I. Quando o relatório de inspeção ou a Revisão Periódica de Segurança de Barragem assim o recomendar;
- II. Sempre que a instalação sofrer modificações físicas, operacionais ou organizacionais capazes de influenciar no risco de acidente ou desastre;
- III. Quando a execução do PAE em exercício simulado, acidente ou desastre indicar a sua necessidade; e
- IV. Em outras situações, a critério do órgão fiscalizador.

Toda alteração deverá ser devidamente registrada, conforme folha de revisão indicada no fim do documento, e suas alterações repassadas aos integrantes internos e externos do PAE.

1.2 OBJETIVO

O **PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA** tem por objetivo identificar e classificar as situações de emergência que possam pôr em risco a integridade das estruturas civis da barragem, bem como definir ações e responsabilidades dos colaboradores do barramento e instituições envolvidas, corroborando para a prevenção e mitigação dos desastres ocasionados por adversidades, às quais estão sujeitas o empreendimento em estudo.

Em atendimento ao estabelecido pelo Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, o PAE deve conter, no mínimo, os seguintes itens:

- (i) Descrição das instalações da barragem e das possíveis situações de emergência;
- (ii) Procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais;
- (iii) Procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais;
- (iv) Programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos;
- (v) Atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento;
- (vi) Medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural;
- (vii) Dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado;

- (viii) Delimitação da Zona de Autossalvamento e da Zona de Segurança Secundária;
- (ix) Levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais;
- (x) Sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais;
- (xi) Plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de proteção e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas;
- (xii) Previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, com alcance definido pelo órgão fiscalizador; e
- (xiii) Planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização.

1.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS AGENTES DO PAE

Os participantes do PAE são atores-chave na execução das ações em situações de emergência. De modo a impedir especulações e pânico, a Empresa Operadora (Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A) é a responsável pela centralização e veiculação de informações.

O APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS expõe os contatos dos responsáveis (legal e técnico), do coordenador do PAE e seu suplente, bem como dos integrantes do Sistema de Defesa Civil. O detalhamento das responsabilidades compõe a SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.

1.4 RELAÇÃO DAS ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Em conformidade com o § 1º do Art. 12 da Lei Federal nº 14.066/2020, o PAE deverá estar disponível no site do empreendedor e ser mantido, em meio digital, no SNISB e, em meio físico, no empreendimento, nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.

Dessa forma, no APÊNDICE 11 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE consta a relação de entidades em cópia do PAE.

1.5 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO

1.5.1 Descrição da barragem e estruturas associadas

A UHE Cachoeira Caldeirão, atualmente operada pela Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A, iniciou sua operação em 2016. Localizada no Rio Araguari, esta usina conta

com 3 (três) unidades geradoras de 74,35 MW de potência nominal unitária, possuindo potência instalada de 219 MW.

O empreendimento é constituído por dois barramentos principais, localizadas em ambas as ombreiras a partir de barragens de aterro nomeadas Barragem de Terra e Enrocamento Margem Esquerda (BTME) e Barragem de Terra e Enrocamento Margem Direita (BTMD).

A BTME é um barramento de terra homogênea, com altura máxima de 20,00 m e comprimento de crista de 55,00 m. Enquanto a BTMD é uma barragem de Enrocamento com núcleo argiloso com altura máxima de 21,00 m e comprimento de crista de 51,00 m

O reservatório da UHE Caldeirão possui 47,99 km² de área inundada e 230,56 hm³ de volume reservado no N.A Máximo Normal (El. 58,30 m).

O sistema extravasor é composto por dois vertedouros: o vertedouro de soleira controlada, que tem capacidade máxima de descarga de 4.783,00 m³/s, e o vertedouro de soleira livre, com capacidade de escoamento de 2.210,00 m³/s.

O barramento conta com 1,66 m de borda livre, estando as cristas BTMD fixada na El. 61,30 [m-IBGE]. Enquanto a BTME conta com 2,66 m de borda livre, estando sua crista fixada na El. 62,30 [m-IBGE]. Dessa forma, considerando o critério proposto pela Eletrobrás (2003), garante-se a borda livre mínima de 1,0 m acima do Nível Máximo Maximorum para as barragens de terra/enrocamento.

O circuito hidráulico de geração, localizado na margem direita, tem início pela tomada d'água que é equipada com uma comporta ensecadeira de acionamento por pórtico rolante. Dispõe-se ainda de um canal de adução de 97,00 m de comprimento.

A casa de força encontra-se localizada na margem direita do Rio Araguari, abrigando três unidades geradoras do tipo Bulbo. A usina possui turbinas com potência nominal de 74,35 MW e vazão máxima de 538,55 m³/s, operando entre queda de referência de 15,08 m com rotação síncrona de 97,74 rpm cada uma.

Em resumo, a UHE Cachoeira Caldeirão é composta de:

- Barragem de Terra e Enrocamento Margem Esquerda (BTME)
- Vertedouro Soleira Livre (VS)
- Vertedouro Controlado (VC);
- Casa de Força (CF);
- Tomada d'água (TA);
- Barragem de Terra e Enrocamento Margem Direita (BTMD);

A Figura 1 ilustra o arranjo geral do empreendimento.

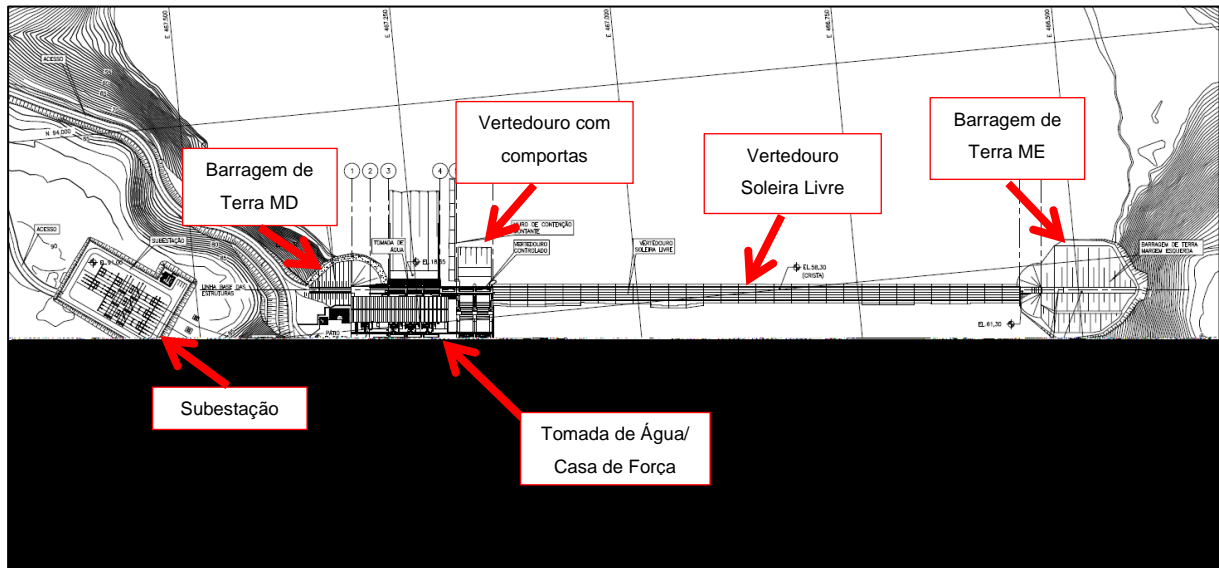


Figura 1. Vista geral do empreendimento (planta).

Fonte: CCD-AC-GE-400-DE-10011 Arranjo Geral - Planta.

Figura 2. Vista geral do empreendimento.

No Quadro 1 são apresentadas as principais informações estruturais, hidráulicas, hidrológicas e do reservatório, as quais devem ser mantidas atualizadas e validadas pela equipe de operação e manutenção da Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A, segundo condições operacionais e comportamento atuais das estruturas do aproveitamento.



Figura 4. Mapa de Acesso da UHE Cachoeira Caldeirão.

1.5.3 Características geológicas, topográficas e sísmicas

Os solos da região apresentam composições diversificadas. Segundo o levantamento utilizado, oriundo dos estudos de Geodiversidade do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), há dois tipos de solo predominantes na bacia de contribuição da UHE Cachoeira Caldeirão: Pordzólico Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo.

Em relação a geologia, a unidade geológico-ambiental que se estende pela maior parte da bacia é a de séries graníticas subalcalinas. Essa é uma unidade de composição ígnea dura que apresenta zonas de cisalhamento localizadas e porosidade baixa – menor que 15%. A rocha apresenta aspecto maciço e tem resistência moderada a alta ao intemperismo. Outra unidade que apresenta extensão relevante na bacia é a de Predomínio de Gnaisses Ortoderivados, unidade de litologia metamórfica, intensamente fraturada com zonas de cisalhamento localizadas.

Segundo a análise sismológica apresentada na Revisão Periódica de Segurança², identificou-se que os Sismos Naturais Locais para os cinco anos analisados apresentaram média entre 2,2 e 3,15 na escala Richter, já os na escala regional tiveram média entre 2,51 e 3,14; os sismos artificiais locais (localizados até 150 km do eixo da barragem) apresentaram média entre 2,06 e 2,16 na escala Richter, já os regionais que são os localizados até 1.500 km ficaram com média entre 2,72 e 2,93. Já a partir do monitoramento de eventos sísmicos locais realizado a partir da estação sismográfica ESPG, concluiu-se que quase a totalidade dos eventos é referente a explosões em pedreiras ou garimpos realizados no entorno do empreendimento, com intensidades muito baixas, próximas a do ruído do equipamento, dificultando a sua identificação.

1.6 APROVEITAMENTOS NA CASCATA

O Rio Araguari-Guaçu apresenta aproveitamentos em cascata, sendo identificados além da UHE Cachoeira Caldeirão, dois aproveitamentos a jusante.

O resumo desses aproveitamentos encontra-se exposto na Tabela 1.

² UHE Cachoeira Caldeirão - Revisão Periódica de Segurança de Barragem - I.3. Relatório Consolidado. Documento: 2039-CC-0-GE-G00-00-G-00-RT-0003_Rev.D. Intertechne (2022).

Tabela 1. Aproveitamentos na cascata do Rio Araguari.

Barragem	Município	Posição	Dist. (km)	Potência Instalada (MW)	Situação	Classe ANEEL ³	Proprietário
UHE Cachoeira Caldeirão	Ferreira Gomes	-	-	219	Operação	B	Energia Cachoeira Caldeirão S.A.
UHE Coaracy Nunes	Ferreira Gomes	Jusante	8	78	Operação	B	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.
UHE Ferreira Gomes	Ferreira Gomes	Jusante	18	252	Operação	B	Ferreira Gomes Energia S.A.

1.7 RECURSOS PARA ENFRENTAMENTO A CENÁRIOS EMERGENCIAIS

A qualidade da resposta da usina, frente às emergências, está condicionada a existência de materiais fixos e mobilizáveis, destacando-se os meios de comunicação, transporte, fornecimento de energia, entre outros. Isto é válido, uma vez que estes recursos facilitam o atendimento imediato da anomalia, possibilitando um ganho de tempo para a ação das autoridades competentes.

1.7.1 Sistema de comunicação

A comunicação da barragem Cachoeira Caldeirão é composta por uma Central Telefônica tipo PABX híbrido, equipada com ramais, troncos analógicos e digitais. A alimentação desta central é realizada por sistema de suprimento ininterrupto de energia em 48Vcc ou 110/220Vca. Aliado a isto, tem-se Sistema de Rádio Móvel em VHF e Sistema de Circuito Fechado de TV Completo.

1.7.2 Alimentação de Energia

Caso ocorra parada de geração de energia, o aproveitamento deve possuir capacidade de restabelecer o funcionamento normal da usina. Desta forma, quando houver perda da alimentação do sistema, a UHE Cachoeira Caldeirão passa a ser alimentada por geradores de emergência e luminárias autônomas. Simultaneamente, o empreendimento conta com sistema de iluminação de emergência distribuído em pontos estratégicos da usina.

³ Classificação de Barragens. Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração - SFG. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoicjZDNhZjdiZjEtZjJlZC00NDk3LTg1YTdtNmIzMjgzN2RkM2RlliwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>>.

1.7.3 Sala de situação em caso de desastre

Em atendimento ao § 8º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, em caso de desastre, será instalada sala de situação para encaminhamento das ações de emergência e para comunicação transparente com a sociedade.

Para a UHE Cachoeira Caldeirão, caso necessário, a sala de situação será instalada na guarita da usina.

1.7.4 Recursos humanos (Equipe Técnica)

A UHE Cachoeira Caldeirão conta com uma equipe de segurança formada (Quadro 2), com o objetivo de desenvolver as ações necessárias ao cumprimento da legislação, garantia da segurança dos colaboradores e das pessoas que possam ser atingidas em caso de rompimento da barragem.

Desta forma, todos os registros de treinamentos realizados, bem como seus resultados, devem ser mantidos organizados e arquivados pela equipe de segurança de barragens da usina. O APÊNDICE 2 – apresenta a rotina aplicada pela Cachoeira Energia.

Quadro 2. Equipe de Segurança da UHE Cachoeira Caldeirão.

Área	Cargo	Nome	Telefones	E-mail
Operacional/ Gestor da usina	Coordenador do PAE	Rodolfo Messias de Almeida	96 99204-9987	rodolfom.almeida@edp.com
Operacional	Coordenador Suplente do PAE	Adão Leomar Pinto	96 99146-8687	adao.pinto@edp.com
Civil	Engenheiro de Segurança de Barragem	Pedro Henrique Freitas Pupim	11 99646 5732	pedro.pupim@edp.com
Civil	Engenheiro de Segurança de Barragem	Hélcio Luis Todan	11 99878 3376	helcio.todan@edp.com
COG	Operação	Moisés Corrêa Gonçalves	11 99936 8362	moises.correa@edp.com
O&M	Gestor Operacional de Engenharia	Denis José dos Santos	11 93258 4363	denis.santos@edp.com
O&M	Engenheiro de Manutenção	Thales Liberato Silveira do Carmo	31 987669400	thales.carmo@saomanoelenergia.com.br

1.7.5 Recursos mobilizáveis em situações de emergência

A existência de materiais mobilizáveis para uso em situações de emergência, pode influenciar na qualidade de resposta da usina.

Para o fornecimento destes equipamentos, tem-se um levantamento dos principais fornecedores destes produtos na região. O

Quadro 3 apresenta esta listagem.

Quadro 3. Fornecedores de materiais mobilizáveis em situações de Emergência.

Prestador de Serviços	Município	Contato	Tempo/Distância até a unidade/complexo*
Casa São Miguel**	Ferreira Gomes	(96) 3223-8093	18 min
Nereu Materiais de Construção	Porto Grande	(96) 98808-7200	21 min
Sohfia Materiais de Construção	Porto Grande	(96) 99115-6297	22 min
Equipamento	Tipo	Quantidade	Localização
Veículo 4x4	Camionete	5	UHE Cachoeira Caldeirão
Caminhão	Guindauto	1	UHE Cachoeira Caldeirão
Rádio Comunicador	Portátil	10	UHE Cachoeira Caldeirão
Barco a motor	Popa 25 HP	2	UHE Cachoeira Caldeirão
Gerador Gasolina	8 kW	1	UHE Cachoeira Caldeirão

*Acesso estimado até o km 333 da BR-156

2 SEÇÃO II – DETECÇÃO, AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

A operacionalização do PAE tem início pela detecção das potenciais situações de risco passíveis de ocorrência na barragem em estudo, seguida pela avaliação e classificação das situações de emergência.

A manutenção e o funcionamento correto da barragem são fatores imprescindíveis à segurança das estruturas da mesma e fundamentais para a classificação das situações identificadas, permitindo seu enquadramento em um dos quatro níveis de resposta.

2.1 DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

O processo de identificação das situações de risco, vinculadas à UHE Cachoeira Caldeirão, ocorre mediante monitoramento e acompanhamento dos riscos hidrológicos, conforme manual de operação, e dos riscos estruturais, monitorados e acompanhados pelas orientações do Plano de segurança da Barragem.

2.2 AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA E NÍVEIS DE RESPOSTA

A avaliação e classificação das situações de emergência baseiam-se em quatro níveis de resposta gradualmente crescentes. Os níveis de segurança obedecem a um código de cores padrão (Quadro 4). Esta é uma convenção utilizada na comunicação entre o empreendedor e as autoridades competentes sobre a situação de emergência em potencial da barragem.

A classificação quanto aos níveis de segurança baseia-se na análise de eventos e irregularidades passíveis de ocorrência no empreendimento. Em geral, esta classificação não

implica em uma ocorrência sequencial, podendo existir uma situação de nível de emergência sem que o mesmo implique na passagem por níveis de segurança inferiores.

Quadro 4. Cores padrões dos níveis de resposta.

SITUAÇÃO DE RISCO ESTRUTURAL	
NORMAL: NÍVEL 0 - VERDE	<i>"Quando não houver anomalias ou contingências, ou as que existirem não comprometem a segurança da barragem, mas que devem ser controladas e monitoradas ou reparadas ao longo do tempo."</i>
ATENÇÃO: NÍVEL 1 - AMARELO	<i>"Quando as anomalias ou contingências não comprometem a segurança da barragem no curto prazo, mas exigem intensificação de monitoramento, controle ou reparo no médio ou longo prazos."</i>
ALERTA: NÍVEL 2 - LARANJA	<i>"Quando as anomalias ou contingências representam risco à segurança da barragem, exigindo providências em curto prazo para manutenção das condições de segurança."</i>
EMERGÊNCIA: NÍVEL 3 - VERMELHO	<i>"Quando as anomalias ou contingências representam risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e materiais."</i>

Fonte: Adaptado de ANEEL (2023).

A **Figura 5** sumariza os níveis apresentados anteriormente, inserindo-os no sistema de Gestão de Segurança interno da UHE Cachoeira Caldeirão. A segurança do barramento está associada a uma gestão interna eficaz, programas de manutenção regulares, inspeções visuais rotineiras, inspeções de segurança regular, análise de auscultação, entre outros. Nesta linha, a análise de indicadores qualitativos e quantitativos é algo recorrente e imprescindível à segurança do empreendimento.

Cabe salientar que a avaliação e classificação das situações não normais é realizada pela equipe de Segurança da barragem da UHE Cachoeira Caldeirão, com o auxílio, quando necessário, de outros membros da Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A ou consultores externos.

2.2.1 Indicadores Qualitativos

O Quadro 5 e Quadro 6 expõem as situações de emergência detectáveis para a UHE Cachoeira Caldeirão, caracterizando-as quanto ao seu modo de falha, nível de segurança e respectiva ficha de emergência.

Quadro 5. Situações de Emergência - Barragem de terra/enrocamento.

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Sismos	Na ocorrência de sismos deve-se percorrer toda a barragem, inspecionando suas estruturas e identificando possíveis anomalias, tais como: ocorrência de cheias, trincas, depressões ou abatimentos, surgência, vazamento e umidade. Identificada a anomalias, deve-se avaliar sua magnitude e adotar as ações propostas na respectiva ficha.		

TERRA/ ENROCAMENTO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Cheia	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga operativos e cota controlada, abaixo do NA <i>Maximo Maximorum</i> .	0	3
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes e nível do reservatório subindo, mas ainda abaixo do NA <i>Maximo Maximorum</i> .	1	9
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com galgamento da barragem iminente.	2	15
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Trincas, depressões ou abatimentos	Trincas/depressões/abatimentos, monitoradas ou não, documentados ou não, mas somente superficiais.	0	2
	Trincas/depressões/abatimentos, profundos e/ou que não se estabilizam; com percolação de água; com identificação de surgências a jusante nos locais das trincas; transversais atravessando todo o corpo da barragem de montante para jusante	1	8
	Trincas/depressões/abatimentos, profundos e/ou que não se estabilizam apresentando percolação e transporte de material e/ou possibilidade de galgamento e/ou erosão interna	2	14
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Surgência/Vazamento/ Umidade	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras, não documentadas, mas sem pressão de água e/ou transporte de material	0	1
	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras, documentadas ou não, com alteração de coloração do fluido, aumento de área e/ou vazão	1	7
	Surgência/vazamento/umidade nos taludes ou ombreiras com vazão elevada e grande quantidade de transporte de material evidenciando processo de erosão interna em andamento	2	13
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Escorregamento de taludes	Escorregamentos em forma de cunha e/ou plano superficial de pequena profundidade ou extensão.	0	4
	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular chegando próximo ao núcleo ou afetando menor parte do talude.	1	10
	Escorregamentos em forma de cunha/plano/circular instabilizando núcleo e/ou maior parte do talude	2	16
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19

Quadro 6. Situações de Emergência - Barragem de concreto.

CONCRETO			
Ocorrência	Situação	Nível	Ficha
Sismos	Na ocorrência de sismos deve-se percorrer toda a barragem, inspecionando suas estruturas e identificando possíveis anomalias, tais como: ocorrência de cheias, trincas, depressões ou abatimentos, surgência, vazamento e umidade. Identificada a anomalias, deve-se avaliar sua magnitude e adotar as ações propostas na respectiva ficha.		
Cheia	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga operativos e cota controlada, abaixo do NA Maximo Maximorum.	0	3
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes e nível do reservatório subindo, mas ainda abaixo do NA Maximo Maximorum.	1	9
	Evento de cheia associado à dispositivos de descarga inoperantes e/ou operantes, mas com galgamento da barragem iminente.	2	15
	O processo evoluiu causando formação de brecha de ruptura. A ruptura está em avanço ou já ocorreu.	3	19
Movimentação Barragem de Concreto	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento dentro dos limites de segurança	0	5
	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento próximo aos limites de segurança	1	11
	Deslizamento e/ou tombamento e/ou abertura e/ou afundamento ultrapassaram os limites de segurança e a estrutura se apresenta aumento constante de movimentação.	2	17
	O processo evoluiu causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos, ou de estruturas de extravasamento	3	20
Fissuras, Trincas e Rachaduras	Fissuras/Trincas/Rachaduras estáveis e/ou superficiais.	0	6
	Fissuras/Trincas/Rachaduras profundas que não se estabilizam; com a percolação de água com baixa vazão ou pressão.	1	12
	Fissuras/Trincas/Rachaduras profundas que não se estabilizam; com a percolação de água com elevada pressão e/ou lixiviação de material. Expansão do concreto trazendo problemas à operação de equipamentos mecânicos.	2	18
	O processo evoluiu causando deslizamento e/ou tombamento e/ou ruptura de um ou mais blocos, ou de estruturas de extravasamento	3	20

Com o intuito de verificar o estado geral das estruturas civis, identificando possíveis anomalias, as inspeções rotineiras podem ser balizadas pelas fichas de ação, mediante interpretação visual, seguida pela análise da situação identificada. As fichas de ação podem ser consultadas no APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO.

A análise qualitativa da barragem, por meio de atividades de rotina e/ou inspeções periódicas é de suma importância para garantir a integridade da estrutura, mediante a manutenção das boas condições estruturais da UHE Cachoeira Caldeirão. Reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de uma situação de emergência.

2.2.2 Indicadores Quantitativos

Os indicadores quantitativos auxiliam a gestão da situação de risco, através do monitoramento do estado hidráulico do reservatório e da situação geotécnica e estrutural da barragem. Isto permite que, ao ser constatada uma anomalia, estejam previstas manobras e

ações a serem executadas, preservando a integridade e o funcionamento das estruturas civis e eletromecânicas da barragem.

2.2.2.1 Instrumentação da barragem

O monitoramento e detecção de potenciais anomalias no barramento da UHE Cachoeira Caldeirão é realizado com auxílio de 20 (vinte) instrumentos de auscultação distribuídos ao longo do paramento de jusante e montante do barramento de terra/enrocamento da usina, e 46 (quarenta e seis) locados em suas estruturas de concreto.

A instrumentação dá suporte para o monitoramento e controle de estabilidade da barragem. Nesse sentido, deve-se consultar o APÊNDICE 3 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM, onde estão apresentados procedimentos referentes ao monitoramento da instrumentação instalada nas estruturas e definido o fluxograma para tomada de decisão em caso de identificação de anomalias.

2.3 PROCESSO DE GESTÃO DA SEGURANÇA

A segurança do barramento está associada a uma gestão interna eficaz, programas de manutenções regulares, inspeções visuais rotineiras, inspeções de segurança regular, análise de auscultação, entre outros, sendo a análise de indicadores qualitativos e quantitativos algo recorrente e imprescindíveis à segurança do empreendimento.

Nesta linha, as condições das estruturas do barramento e do vertedouro serão monitoradas através de inspeções rotineiras e/ou remotas, programadas pela equipe de inspeção e de emergências, em conjunto com avaliação os dados obtidos da instrumentação da Barragem. O APÊNDICE 3 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM apresenta o fluxograma para tomada de decisão em caso de identificação de anomalias.

Por sua vez, as condições de operação do reservatório serão monitoradas diretamente pela equipe da operação da UHE Cachoeira Caldeirão, continuamente, 24h por dia, 7 dias por semana, e pela equipe do centro de operação de geração COG através de monitoramento remoto. A **Figura 5** sumariza todos os níveis apresentados anteriormente, inserindo-os no sistema de Gestão de Segurança interno da UHE Cachoeira Caldeirão.

Estabelecidos critérios de apoio à decisão e realizada a classificação quanto aos níveis de segurança e risco de ruptura, o Coordenador do PAE deve declarar, para os níveis superiores a zero, Estado de **ATENÇÃO**, **ALERTA** ou **EMERGÊNCIA**, bem como executar as ações previamente descritas no PAE para cada nível.

Cabe salientar que a avaliação e classificação das situações não normais é realizada pela equipe de Segurança da barragem da UHE Cachoeira Caldeirão, com o auxílio, quando



necessário, de outros membros da Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A ou consultores externos.

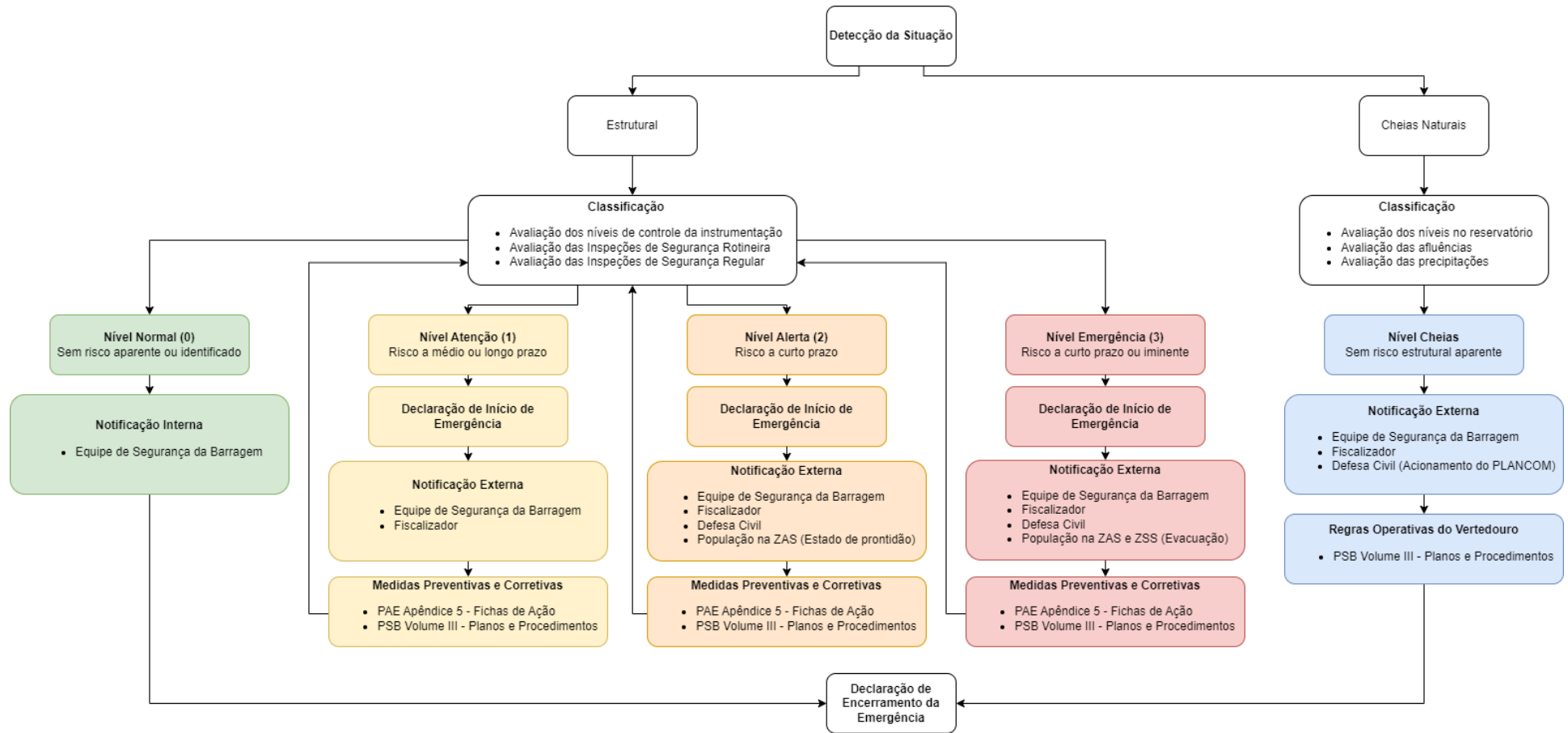


Figura 5. Sistema de Gestão de Emergências

3 SEÇÃO III – PROCEDIMENTO DE NOTIFICAÇÃO E SISTEMA DE ALERTA

3.1 NOTIFICAÇÃO E FLUXOGRAMA

A comunicação representa um elemento estratégico e primordial na gestão das situações de emergência, aumentando a eficiência da resposta das equipes de trabalho e, conseqüentemente, minimizando os riscos de prejuízos materiais, ambientais e de vidas humanas.

Diante de situações anômalas associadas a segurança da barragem, a comunicação do fato aos envolvidos deverá ser feita em função do Nível de Resposta, no qual a ocorrência está classificada em função das responsabilidades apresentadas na SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE.

Aqueles que serão notificados nessas circunstâncias compõe os agentes internos e externos do PAE. As equipes formadas por profissionais da Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A compõem os agentes internos. Os agentes externos são os órgãos e autoridades públicas, além dos representantes das comunidades a serem potencialmente atingidas pelo evento de ruptura.

O Fluxograma de Notificação, presente na **Figura** , apresenta o detalhamento dos nomes e telefones dos agentes internos e externos a serem acionados frente aos quatro níveis de resposta.

3.1.1 Notificação dos agentes internos

Inicialmente a notificação deve ocorrer internamente, sendo estabelecida entre os indivíduos responsáveis pela operação, segurança da barragem e os responsáveis pelo gerenciamento e administração da empresa. Dependendo do progresso da gravidade da situação, a notificação deverá se dar com a transmissão do alerta antecipado, para as entidades externas com responsabilidades instituídas (Entidades fiscalizadoras, Sistema de Defesa Civil, entre outros).

É necessário que os integrantes do PAE estejam sempre de prontidão, de modo a fornecer ações rápidas para as demandadas com circunstâncias diversas de adversidades.

Os integrantes do PAE deverão estar disponíveis 24h por dia e, em caso de férias de algum integrante, deverá ser nomeado um substituto para atuar frente às funções e responsabilidades do profissional ausente.

A notificação dos agentes internos tem início com a identificação de comportamentos anômalos na barragem. Cabe salientar que a identificação de uma situação de emergência pode ser realizada por qualquer funcionário ou terceiro que presencie e/ou tenha

conhecimento da mesma, devendo comunicar, imediatamente, o colaborador que o acompanha.

Identificada a situação anômala, esta deverá ser informada, imediatamente, à Equipe de Monitoramento e Segurança da Barragem que, em conjunto com o Coordenador do PAE e/ou Substituto, estudará as possíveis causas e maneiras de solucionar a ocorrência. Analisada a situação, deve-se executar seu registro, atentando-se para a coleta e descrição do maior número de detalhes possíveis, tais como: data, hora, descrição do local, extensão da ocorrência, fotos e identificação das causas. Caso exista necessidade, o Coordenador do PAE e/ou Substituto deverá acionar o Fluxograma de Notificação e garantir que ele seja cumprido (Figura).

3.1.2 Notificação dos agentes externos

A comunicação externa é requerida em situações enquadradas nos níveis de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**. A notificação dos agentes externos deve ser feita conforme o Fluxograma de Notificação (Figura). A listagem completa dos agentes a serem notificados, pode ser visualizada no APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS.

De acordo com ANEEL (2013) e ABRAGE (2017), os agentes externos devem ser notificados imediatamente após a confirmação da ocorrência, sendo eles:

- Órgãos reguladores, órgãos ambientais e agências fiscalizadoras do setor de energia.
- Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC), Coordenadoria Regional de Defesa Civil (REPDEC), Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC) e Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD)⁴;
- Órgãos que possuem atribuições para atuação em situações de emergência (Corpo de Bombeiros, Polícia Militar, Batalhão da Polícia Ambiental, entre outros);
- Prefeituras dos municípios atingidos: Ferreira Gomes (localizado na ZAS), Cutias e Tartarugalzinho, todas no Estado do Amapá.

O Sistema de Defesa Civil deve ser acionado de forma hierárquica, iniciando-se pela esfera mais próxima à situação emergente, otimizando a resposta ao chamado. Isto é, parte-se do âmbito municipal, seguido pelo regional, estadual e, por fim, federal. Aliado a isto, cabe salientar que o coordenador do PAE é responsável pela notificação do Sistema de Defesa Civil como um todo, permitindo que a informação chegue à todas as esferas da Defesa Civil.

⁴ Conforme Lei Federal Nº 12.334/2010, Art. 16 Inciso § 1: o órgão fiscalizador deverá informar imediatamente à Agência Nacional de Águas (ANA) e ao Sistema Nacional de Defesa Civil qualquer não conformidade que implique risco imediato à segurança ou qualquer acidente ocorrido nas barragens sob sua jurisdição.

Na mesma linha, deve-se acionar os órgãos de segurança (Corpo de Bombeiros e Polícia), para que estes tomem conhecimento da emergência e adotem as medidas de segurança cabíveis. Os órgãos de segurança trabalharão, também, em conjunto com a Defesa Civil, na busca, salvamento e evacuação da população afetada. Concomitantemente, deve-se notificar os hospitais e postos de saúde das áreas afetadas e regiões próximas, mantendo-os em estado de prontidão para recebimento de possíveis feridos. Esta medida tem como intuito verificar a disponibilidade de médicos e leitos no local.

O resumo do Fluxograma de Notificação da UHE Cachoeira Caldeirão, por nível de alerta, encontra-se na sequência.

a) **Situação NORMAL – Nível Verde**

Na situação **NORMAL** as informações são transmitidas à equipe de Segurança da Barragem, mediante os relatórios de inspeção e das atividades de monitoramento das estruturas.

b) **Situação ATENÇÃO – Nível Amarelo**

Detectada a anomalia e classificada a situação como sendo de **ATENÇÃO**, o coordenador do PAE e/ou Substituto, em conjunto com a equipe de Segurança da Barragem, deverá buscar restabelecer as condições normais de operação e comunicar as partes envolvidas.

Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a manter o órgão fiscalizador a par da situação de anormalidade.

c) **Situação ALERTA e EMERGÊNCIA – Nível Laranja e Vermelho**

Agravada a situação e/ou detectada uma situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA, o coordenador do PAE deve declarar (oficialmente, por escrito) situação de ALERTA ou de EMERGÊNCIA.

Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a alertar, além das áreas internas da empresa, a população na ZAS, as entidades fiscalizadoras e os órgãos integrantes do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC). Caso haja necessidade, outras entidades, como CEMADEN, INPE e INMET, podem ser utilizadas como fonte de informações hidrometeorológicas.

Ao ser notificada pelo empreendedor, a Defesa Civil deverá executar as medidas definidas no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal.

A notificação para o nível de **ALERTA** deve ser realizada para que a população da ZAS fique em Estado de Prontidão, enquanto no nível de **EMERGÊNCIA**, notifica-se para que seja iniciada a Evacuação da ZAS.

O acionamento dos órgãos reguladores e fiscalizadores, para atuação frente a um processo de emergência na barragem, deverá ser oficializada via **Declaração de Início da**

Emergência. Da mesma forma, o encerramento da situação deve ser oficialmente declarado, via **Declaração de Encerramento da Emergência**. A comunicação da situação aos agentes externos deverá ser também oficializada, com base no **Modelo de Mensagem de Notificação**. O APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO apresenta os modelos para estes três tipos de mensagem.

Na sequência, deve-se acionar os responsáveis pela comunicação, de forma a manter a Defesa Civil e Órgão Fiscalizador a par da situação de anormalidade. Para este nível de resposta, o acionamento do PLANCON⁵ (Plano de Contingência) será realizada pela Defesa Civil.

⁵ Conforme a Defesa Civil, o plano de contingência é um instrumento de planejamento e resposta a eventos adversos. O plano é previsto na Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE).

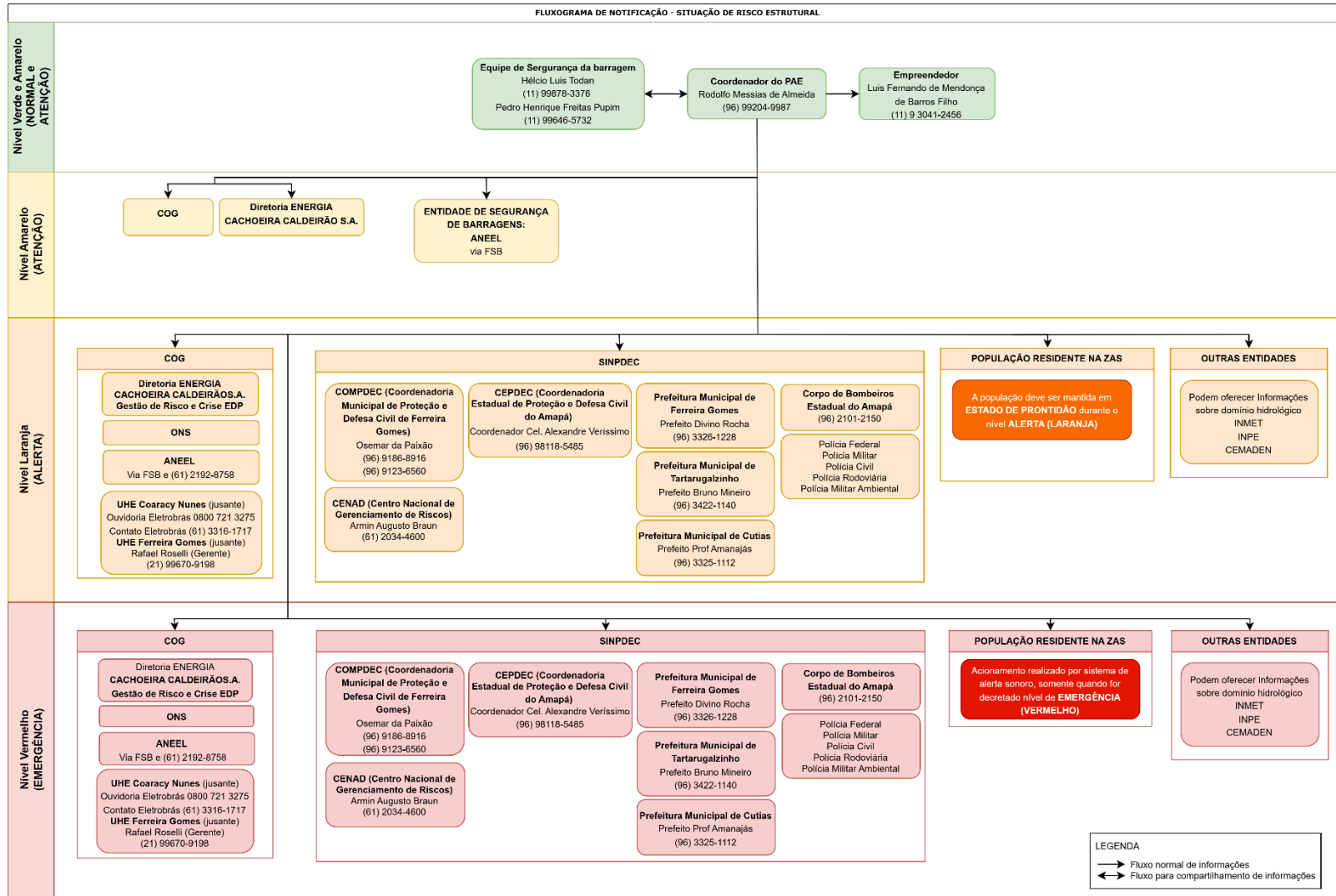


Figura 6. Fluxograma de Notificação.

V

3.2 SISTEMA DE ALERTA

O alerta antecipado é realizado mediante comunicação dos agentes responsáveis pela segurança da barragem para os agentes internos e externos descritos no Fluxograma de Notificação.

O sistema de alarme instalado na UHE Cachoeira Caldeirão consiste em alerta sonoro através de sirenes. O sistema de sirenes é composto por 10 estações sonoras espalhadas pela ZAS, conforme apresentado no Quadro 7 e na Figura 8.

Quadro 7. Localização das sirenes.

Sirenes	Coordenadas (UTM)	
	Latitude	Longitude
Sirene 01	94198,11	467453,06
Sirene 02	95733,18	468790,12
Sirene 03	96025,00	470031,07
Sirene 04	97110,92	470849,26
Sirene 05	100432,16	470967,55
Sirene 06	102270,81	468587,90
Sirene 07	100578,11	468837,55
Sirene 08	99272,63	468761,35
Sirene 09	97182,27	465713,57
Sirene 10*	95627,17	466021,87

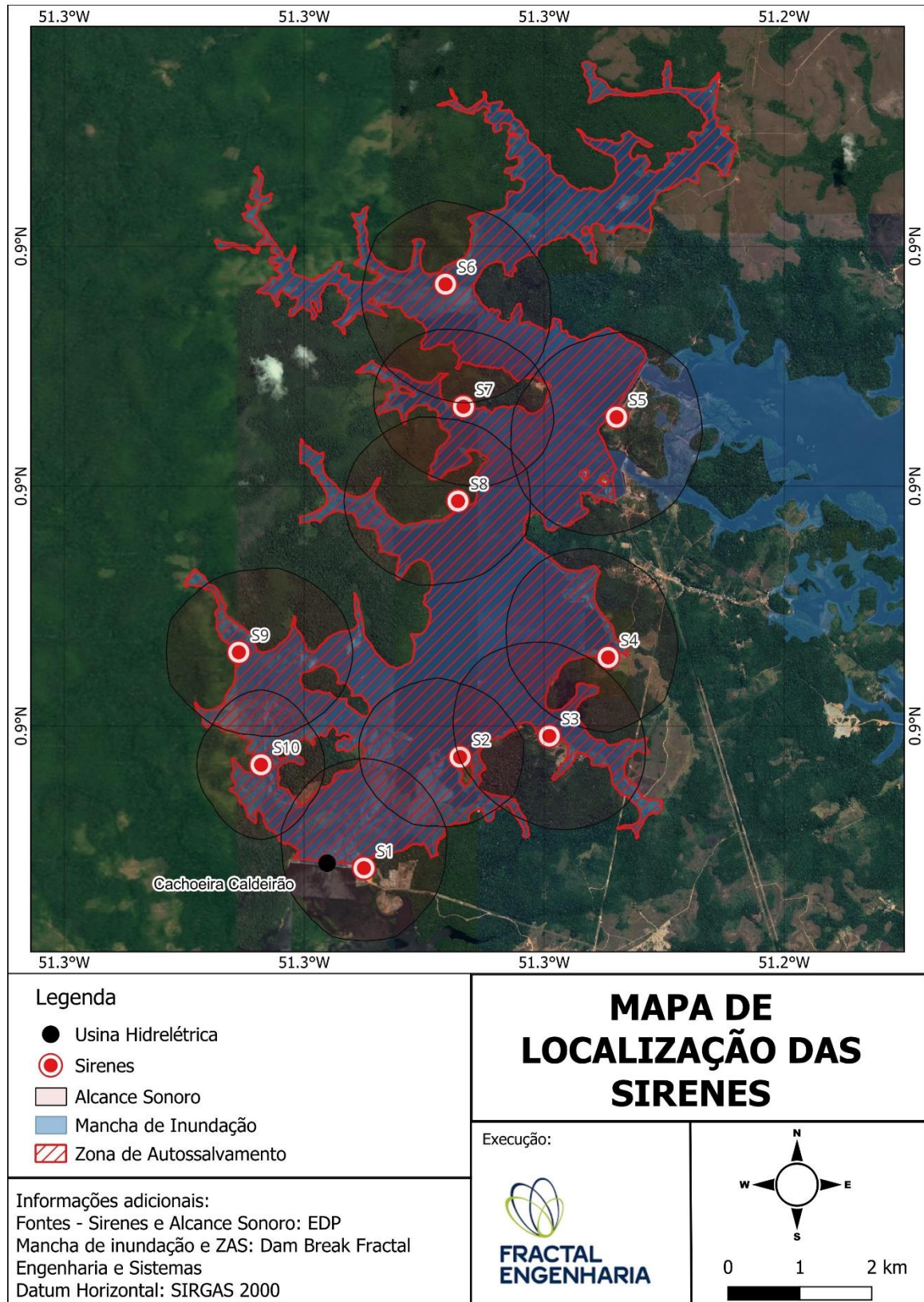


Figura 8. Mapa de localização das sirenes.

3.2.1 Indicação dos pontos de segurança

A comunicação com a população residente na Zona de Autossalvamento (ZAS) é de responsabilidade da Empresa de Cachoeira Energia S.A, conforme atribuições apresentadas na SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE, sendo definidas as seguintes providências:

- Realizar notificações e demais ações pertinentes, com o intuito de alertar a população potencialmente afetada em caso de ruptura da barragem; e
- Solicitar a população potencialmente afetada à evacuação da área com extrema urgência.

Imediatamente após notificação, a população presente na Zona de Autossalvamento deverá dirigir-se aos pontos de encontro através das rotas de fuga existentes, cujas coordenadas são apresentadas no APÊNDICE 8 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA.

Os pontos de encontro foram instalados, inicialmente, em fevereiro de 2021. Devido a atualização dos estudos de ruptura, e, conseqüentemente, da mancha de inundação, em 2024 todos os pontos de encontro foram realocados para um local seguro e fora da área inundada. Além disso, pontos adicionais foram sugeridos para melhor salvaguardar a ZAS em ocasião das atividades de implantação do PAE concluídas em 2024 (CCD-IMP-24-002). A tabela a seguir mostra as coordenadas dos pontos de encontro recomendados.

Ainda em 2024, os Pontos de Encontro e Rotas de Fuga foram apresentados para a Defesa Civil do Município de Ferreira Gomes/AP, que validou a sinalização proposta por meio da assinatura do seguinte documento:

- CCA-IMP-24-001-R00: Validação dos Pontos de Encontro na ZAS do Município de Ferreira Gomes/AP.

Tabela 2. Coordenadas dos Pontos de Encontro.

Ponto de Encontro	Latitude (Sul)	Longitude (Este)
PE01	0.85507667	-51.28311833
PE02	0.85747189	-51.28132366
PE03	0.85755833	-51.28067667
PE04	0.85775333	-51.27867833
PE05	0.86528000	-51.27997667
PE06	0.86962000	-51.27247500
PE07	0.87014833	-51.27168000
PE08	0.86749833	-51.26822333
PE09	0.86579740	-51.26541514
PE10	0.87197167	-51.26435000
PE11	0.87516000	-51.26853500

Ponto de Encontro	Latitude (Sul)	Longitude (Este)
PE12	0.88158000	-51.26020000
PE13	0.88391167	-51.26129167
PE14	0.88956986	-51.26205518
PE15	0.88968355	-51.26612786
PE16	0.89108167	-51.26863000
PE17	0.89523177	-51.26643262
PE18	0.94401000	-51.24593000
PE19	0.95044333	-51.24784000
PE20	0.93260667	-51.27944167
PE21	0.92912833	-51.28022000
PE22	0.91094500	-51.28144167
PE23	0.91326333	-51.28461167
PE24	0.89625610	-51.28255409
PE25	0.88978483	-51.28461876
PE26	0.87197150	-51.29234474
PE27	0.87802936	-51.30807065
PE28	0.87896517	-51.30823134
PE29	0.86602048	-51.30636566
PE30	0.86662667	-51.29285000
PE31	0.86072667	-51.30015167

O mapa de inundação da Zona de Autossalvamento e localização dos pontos de encontro e rotas de fuga da UHE Cachoeira Caldeirão, encontra-se no APÊNDICE 8 – CARTAS DE INUNDAÇÃO.

Complementarmente, a figura a seguir apresenta os modelos das placas de rotas de fuga e pontos de encontro adotados.



Figura 6. Placas de sinalização.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA AFETADA

Considera-se área afetada⁶ aquela situada a jusante da barragem, potencialmente comprometida pela sua eventual ruptura. Fazem parte dela a Zona de Autossalvamento (ZAS)

⁶ Art. 3º da Res. 236/2017.

e o restante da área de influência da ruptura. Sendo assim, a área a jusante da UHE Cachoeira Caldeirão, definida para o estudo de ruptura hipotética, é caracterizada pelo leito do Rio Araguari até a cidade de Cutias, AP, totalizando cerca de 90 km de trecho.

Ressalta-se que, no estudo optou-se por combinar os principais cenários de ruptura simulados (APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA.), de modo que as medidas de autoproteção fossem implantadas contemplando os piores casos mapeados, não havendo cenário descoberto. Esta abordagem garante que toda a região estará salvaguardada pelos elementos de autoproteção.

O levantamento cadastral das propriedades e população inseridas na ZAS foi realizado pelas empresas Enemax Engenharia e Hunos Consultoria em julho de 2024, por meio de visitas e entrevistas às propriedades potencialmente afetadas, localizadas às margens do rio Araguari no município de Ferreira Fomes/AP. Os resultados do cadastro foram detalhados no documento CCD-IMP-24-004 e são consolidados a seguir.

Ao final do cadastramento, foram identificadas 64 propriedades e benfeitorias e 129 habitantes e/ou funcionários.

A população cadastrada tem uma predominância masculina em relação à distribuição de gênero, sendo 59% homens e 41% mulheres. A distribuição da faixa etária está apresentada na Tabela abaixo.

Tabela 3. Distribuição da faixa etária da população cadastrada na ZAS.

Faixa etária	População	
	nº hab	% hab
0-5 anos	13	10.08%
6-10 anos	9	6.98%
11-20 anos	28	21.71%
21-40 anos	35	27.13%
41-60 anos	29	22.48%
61-80 anos	12	9.30%
81-100 anos	3	2.33%
Total	129	100%

A partir da distribuição de faixa etária, percebe-se que a população é predominantemente jovem-adulta, com 49,6% das pessoas na faixa de 21 a 60 anos. A população infantil e jovem, nas faixas de 0 a 20 anos, também é significativa, alcançando aproximadamente 38,8%. A população acima de 60 anos representa apenas 11,6%, mas é um grupo que requer cuidados especiais, demandando comunicação específica e efetiva, além de transporte adequado e suporte à saúde em momento emergencial.

Através do levantamento de dados in loco, constatou-se que apenas 4% da população residente está enquadrada na Classificação de Risco como de “baixo alto”.

O resumo do cadastramento de atingidos dentro da ZAS consta no APÊNDICE 9 – CADASTRO DA POPULAÇÃO INSERIDA NA ZAS. Estas informações subsidiarão a confecção do Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil dos municípios potencialmente atingidos pelas cheias da bacia do Rio Araguari, cuja responsabilidade compete à Defesa Civil, conforme Lei nº 12.608/2012.

3.4 RESTRIÇÕES LOCAIS

Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser descritas. Dentre elas, o acesso às localidades da área de inundação mediante as rodovias e estradas sujeitas à inundação. Essas restrições de acesso podem ser visualizadas no APÊNDICE 7 – CARTAS DE INUNDAÇÃO, sendo informações úteis para os órgãos de Defesa Civil, para que, em momentos de crise, o isolamento e interdição das vias seja adequadamente planejado e executado.

Dentre as possíveis restrições de acesso em situação de ruptura da UHE Cachoeira Caldeirão, destaca-se a ponte da BR-156, localizada imediatamente a jusante da UHE Ferreira Gomes e que possui cota do piso de rodagem na elevação de 14 manm, conforme Modelo Digital de Terreno.

4 SEÇÃO IV – RESPONSABILIDADES GERAIS DO PAE

4.1 RESPONSABILIDADES DO EMPREENDEDOR

O empreendedor (Empresa de Energia Cachoeira Caldeirão S.A) é a pessoa física ou jurídica que detenha outorga, licença, registro, concessão, autorização ou outro ato que lhe confira direito de operação da barragem e do respectivo reservatório, ou, subsidiariamente, aquele com direito real sobre as terras onde a barragem se localize, se não houver quem os explore oficialmente.

Sua principal responsabilidade consiste em prover os recursos necessários à garantia da segurança da barragem, pela elaboração dos documentos relativos à segurança da mesma, pela implementação das recomendações contidas nesses documentos, bem como a atualização do registro das barragens de sua propriedade, ou sob sua operação, junto às entidades fiscalizadoras.

No âmbito do Plano de Ação de Emergência, cabe ao empreendedor:

- a) Providenciar a elaboração, implementação e operacionalização do PAE;⁷
- b) Designar formalmente o coordenador do PAE e seu suplente, podendo ser o próprio empreendedor;

⁷ Lei Federal nº 14.066/2020.

- c) Estabelecer em conjunto com a Defesa Civil estratégias de comunicação e de orientação a população da ZAS;
- d) Realizar reuniões com as comunidades para apresentação do PAE e das medidas preventivas nele previstas, em trabalho conjunto com as prefeituras municipais e os órgãos de proteção e defesa civil;
- e) Realizar, juntamente com os órgãos locais de proteção e defesa civil, exercício prático de simulação de situação de emergência com a população da área potencialmente afetada por eventual ruptura da barragem;
- f) Promover treinamentos internos para capacitação da equipe de segurança e manter os respectivos registros das atividades;
- g) Realizar a correção das deficiências constatadas;
- h) Garantir a operação segura e continuada, bem como a manutenção e inspeção das estruturas da barragem e reservatório;
- i) Manter a equipe preparada para atender aos cenários de emergência, bem como meios de comunicação operantes e adequados.

Em relação às revisões do PAE, cabe ao Empreendedor:

- a) Garantir que o PAE esteja sempre atualizado;
- b) Disponibilizar, em meio digital, o PAE em seu site e no SNISB;
- c) Disponibilizar, em meio físico, o PAE nos órgãos de proteção e defesa civil dos Municípios inseridos no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.

O empreendedor deverá permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos órgãos integrantes do SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil) ao local da barragem e à sua documentação de segurança. Deve o empreendedor informar ao respectivo órgão fiscalizador qualquer alteração que possa acarretar redução da capacidade de descarga da barragem ou que possa comprometer a sua segurança.

4.2 RESPONSABILIDADES DO COORDENADOR DO PAE

O Coordenador do PAE é o responsável por coordenar as ações descritas no Plano de Ação de Emergência (PAE), devendo estar disponível para atuar prontamente nas situações de emergência da barragem, podendo ser o empreendedor ou pessoa designada por este. Deve existir uma pessoa capaz de efetuar sua substituição, à frente das ações do PAE, atuando como Coordenador na ausência do oficial.

Desta forma, cabe ao Coordenador do PAE:

- Planejar ações de resposta, mediante o monitoramento da situação e implantação de medidas preventivas e corretivas, com vistas a dar suporte aos procedimentos operacionais do PAE;

- Detectar e avaliar, em conjunto com a equipe técnica de segurança da barragem, a gravidade das situações e classificá-las de acordo com os Níveis de Resposta;
- Executar a comunicação prevista no Fluxograma de Notificações, de acordo com o Nível de Resposta no qual a situação se enquadra – descritas no Figura ;
- Emitir Declaração de Início e Encerramento de Emergência, obrigatoriamente, para os Níveis de Resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Comunicar os funcionários do empreendimento, caso seja declarada situação com nível de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Notificar as autoridades públicas, caso seja declarado nível de resposta **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Alertar a população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento e Zona de Segurança Secundária, caso seja declarado nível de resposta **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**. Uma vez alertada, a população da ZAS deverá autoevacuar-se, dirigindo-se aos pontos de encontro estabelecidos neste Plano de Ação de Emergência, a serem validados pela Defesa Civil;
- Emitir Mensagem de Notificação, conforme Nível de Resposta pertinente a situação;
- Criar e manter todos os registros de avisos e notificação e alerta em arquivos físicos e/ou digitais auditáveis;
- Providenciar a elaboração do relatório de encerramento de emergência.

O APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO apresenta os modelos de comunicação, para a emissão das declarações de início/encerramento da ocorrência e notificação aos agentes internos.

4.3 RESPONSABILIDADES DA EQUIPE DE SEGURANÇA DA BARRAGEM

A equipe de monitoramento e segurança da barragem é responsável por dar suporte ao coordenador do PAE considerando as seguintes ações:

- Participar das reuniões periódicas com o Coordenador do PAE;
- Identificar evidências de condições potenciais de situações de emergência;
- Identificar e atuar em situações anômalas, principalmente nas situações de **Atenção (NÍVEL 1 – AMARELO)**, **Alerta (NÍVEL 2 – LARANJA)** ou **Emergência (NÍVEL 3 – VERMELHO)**;
- Informar o Coordenador do PAE sobre situações não normais identificadas;

- Disponibilizar informações operativas relevantes, tais como nível do reservatório e vazão turbinada;
- Executar as ações de resposta relativas à situação de emergência, com a supervisão do Coordenador do PAE;
- Acionar colaboradores e/ou máquinas que não atuem na unidade operacional para sanar/controlar a situação de emergência identificada, caso necessário.

4.4 RESPONSABILIDADES DAS PREFEITURAS

São responsabilidades das prefeituras municipais:

- Apoiar e participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Apoiar a defesa civil em caso de evacuação da ZAS;
- Receber declaração de início e término de situação de emergência.

4.5 RESPONSABILIDADES DA POLÍCIA MILITAR

São responsabilidades da polícia militar:

- Participar dos simulados de situações de emergência para evacuação da ZAS;
- Apoiar a prefeitura, defesa civil e corpo de bombeiros quando necessário;
- Zelar pela segurança pública.

4.6 SISTEMA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

A Lei nº 12.608/2012 criou a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), visando uma atuação conjunta entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios, com uma abordagem sistêmica de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação de áreas onde possa acontecer ou já tenha ocorrido desastres de grandes proporções na população brasileira.

Tal legislação dispôs sobre o SINPDEC (Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil), que é composto pela administração pública da União, Estados, Distrito Federal e Municípios, bem como por entidades da sociedade civil responsáveis pelas ações de Defesa Civil no país.

O SINPDEC atua na prevenção de desastres, mitigação de riscos, preparação, resposta e recuperação por meio dos seguintes agentes em suas respectivas escalas de atuação:

- Federal: Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC), pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e pelo Centro Nacional de Gerenciamento de Desastres (CENAD);

- Estadual: Coordenadorias Estaduais de Defesa Civil (CEDEC) e Coordenadorias Regionais de Defesa Civil (REPDEC) que comportam diversos órgãos estaduais como polícia militar e o Corpo de Bombeiros;
- Municipal: Comissões Municipais de Defesa Civil (COMDEC) que comportam diversos órgãos da administração pública municipal, como secretarias de saúde, subprefeituras, serviços de água e esgoto.

Nesse contexto, o PAE é um documento que deve ser compatibilizado pelo Ente Federado no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil Municipal.

Para a Zona de Autossalvamento, isso se deve por meio das seguintes ações:

- Estabelecimento, em conjunto com o empreendedor, de estratégias de comunicação e de orientação à população potencialmente afetada na ZAS;
- Participação de simulações de situações de emergência, em conjunto com o empreendedor, prefeituras e população potencialmente afetada na ZAS.

Fora da Zona de Autossalvamento (ZAS), no restante da área de influência da ruptura, o alerta antecipado compete aos Serviços Municipais de Proteção Civil e Entes Federados, sendo estes responsáveis pelas ações de aviso, mobilização, treinamento e evacuação da população residente em áreas potencialmente afetadas, conforme Lei nº 12.608/2012, Lei nº 14.066/2020.e Decreto nº 8.572/2015.

Contudo, o § 6º do Art. 12º da Lei nº 14.066/2020, salienta que o empreendedor deverá estender os elementos de autoproteção existentes na ZAS aos demais locais habitados da área de influência da ruptura nos quais os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente em caso de vazamento ou rompimento da barragem. Isso deve ser alinhado com as Defesa Civil e demais órgãos.

4.6.1 Defesa Civil

As atribuições de Defesa Civil (Estadual e Municipal) de acordo Lei 12.608/2012, artigos 5º, 7º e 8º são:

Art. 5º - São objetivos da PNPDEC (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil):

I - reduzir os riscos de desastres;

II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres; III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

III - recuperar as áreas afetadas por desastres;

IV- incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;

V- promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;

VI- estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização;

VII- promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;

VIII- monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;

IX- produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;

X- estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;

XI- combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;

XII- estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;

XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;

XIV- orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção; e

XV- integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente.

Art. 7º - Compete aos Estados:

I - executar a PNPDEC em seu âmbito territorial;

II - coordenar as ações do SINPDEC em articulação com a União e os Municípios;

III - instituir o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil;

IV - identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios;

V - realizar o monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das áreas de risco, em articulação com a União e os Municípios;

VI - apoiar a União, quando solicitado, no reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública;

VII - declarar, quando for o caso, estado de calamidade pública ou situação de emergência; e

VIII - apoiar, sempre que necessário, os Municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Art. 8º - Compete aos Municípios:

- I - executar a PNPDEC em âmbito local;*
- II - coordenar as ações do SINPDEC no âmbito local, em articulação com a União e os Estados;*
- III - incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal;*
- IV - identificar e mapear as áreas de risco de desastres;*
- V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;*
- VI - declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;*
- VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;*
- VIII - organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança;*
- IX - manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;*
- X - mobilizar e capacitar os radioamadores para atuação na ocorrência de desastre;*
- XI - realizar regularmente exercícios simulados, conforme Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil;*
- XII - promover a coleta, a distribuição e o controle de suprimentos em situações de desastre;*
- XIII - proceder à avaliação de danos e prejuízos das áreas atingidas por desastres;*
- XIV - manter a União e o Estado informados sobre a ocorrência de desastres e as atividades de proteção civil no Município;*
- XV - estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas; e*
- XVI - prover solução de moradia temporária às famílias atingidas por desastres.*

4.6.2 Corpo de Bombeiros

Decreto Federal n.º 7.163, de 29 de abril de 2010, que regulamenta o inciso I do art. 10-B da Lei nº 8.255, de 20 de novembro de 1991, que dispõe sobre a organização básica do CBMDF, estabelece:

Art. 2º Compete ao Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal:

I - realizar serviços de prevenção e extinção de incêndios;

II - realizar serviços de busca e salvamento;

III - realizar perícias de incêndio relacionadas com sua competência;

IV - prestar socorro nos casos de sinistros, sempre que houver ameaça de destruição de haveres, vítimas ou pessoas em iminente perigo de vida;

V - realizar pesquisas técnico-científicas, com vistas à obtenção e ao desenvolvimento de produtos e processos voltados para a segurança contra incêndio e pânico;

VI - realizar atividades de segurança contra incêndio e pânico, com vistas à proteção das pessoas e dos bens públicos e privados;

VII - executar atividades de prevenção aos incêndios florestais;

VIII - executar atividades de defesa civil;

IX - executar as ações de segurança pública que lhe forem cometidas pelo Presidente da República, em caso de grave comprometimento da ordem pública e durante a vigência de estado de defesa, de estado de sítio e de intervenção no Distrito Federal;

X - executar ações de emergência médica em atendimento pré-hospitalar e socorros de urgência;

XI - desenvolver na comunidade a consciência para os problemas relacionados com incêndios, acidentes em geral e pânico;

XII - promover e participar de campanhas educativas direcionadas à comunidade em sua área de atuação; e

XIII - fiscalizar, na área de sua competência, o cumprimento da legislação referente à prevenção contra incêndio e pânico.

5 SEÇÃO V – SÍNTESE DO ESTUDO DE INUNDAÇÃO

5.1 MODELAGEM DA RUPTURA HIPOTÉTICA

O estudo de ruptura hipotética de uma barragem tem como finalidade a identificação dos potenciais modos de ruptura bem como a delimitação da área potencialmente atingida

pelo evento. Nesse sentido, o estudo busca delimitar o potencial impacto da passagem de uma onda de ruptura pelo vale a jusante da barragem, afetando a população, instalações, infraestruturas e meio ambiente.

Os mapas de inundação, que apresentam a área impactada (mancha de inundação) a jusante da UHE Cachoeira Caldeirão, e a caracterização hidráulica da onda de ruptura são os principais resultados desse estudo, devendo ser utilizados como base para ações de planejamento e resposta a serem adotadas frente à ocorrência de um evento dessa natureza.

Confeccionado pela Fractal Engenharia e Sistemas, o estudo de ruptura hipotética da barragem da UHE Cachoeira Caldeirão foi desenvolvido mediante modelo hidrodinâmico unidimensional HEC-RAS 5.0.6. Os aspectos metodológicos e premissas do Estudo de Ruptura Hipotética da barragem são apresentados no APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA.

5.2 DADOS UTILIZADOS

O desenvolvimento do estudo de inundação foi baseado em dados hidrológicos, topográficos e estruturais da UHE Cachoeira Caldeirão. O Quadro 9 resume os dados empregados no desenvolvimento do modelo numérico para ruptura hipotética da barragem em questão.

Quadro 9. Resumo de dados empregados no estudo de ruptura hipotética.

Tipo de base dados	Variável
Hidrológico	Vazão Q_{MLT} e Vazões de referência para cheias naturais.
Dispositivos de descarga	Dimensões críticas do vertedouro de cota de soleira, largura e altura de vão.
Projetos das Barragens	Dimensões e cotas das estruturas associadas da barragem e dos dispositivos de descarga das Barragens Cachoeira Caldeirão, Coaracy Nunes e Ferreira Gomes.
Topobatimetria	Seções transversais topobatimétricas no rio Araguari. DATUM horizontal SIRGAS 2000. DATUM vertical IBGE
Base cartográfica	Modelo Digital de Terreno – MDT e Imagens escala 1:100, elaborado 2017 pela empresa Geopixel através de voo específico para o estudo. DATUM horizontal SIRGAS 2000. DATUM vertical IBGE.

5.3 HIPÓTESE E PROVÁVEIS MODOS DE RUPTURA

O primeiro passo no desenvolvimento do estudo hidráulico de ruptura hipotética de uma barragem é a realização da Análise dos Potenciais Modos de Ruptura. Esta análise, segundo FERC (2005), é um procedimento informal executado para levantamento das prováveis formas de ruptura de uma barragem.

Visto que a finalidade do estudo de ruptura consiste na formação de insumos para a elaboração das ações de resposta a serem tomadas pelo empreendedor e pelas autoridades competentes, durante uma possível situação de alerta ou emergência na barragem, opta-se pela adoção de modos de ruptura conservadores, proporcionando vazões de ruptura mais elevadas e inundações que dificilmente serão extrapoladas para cada cenário hidrológico de cheia natural.

Para a confecção do PAE da UHE Cachoeira Caldeirão, optou-se pela combinação de dois cenários de ruptura: um cenário *rainy day*, incorrendo em parâmetros majoritariamente mais críticos para a cheia induzida pela ruptura hipotética, e um cenário *sunny day*, incorrendo em uma maior exposição da população do vale a jusante. A partir de tal combinação, extraíram-se os resultados, considerando-se, para o PAE, sempre os maiores obtidos entre lateralização e extensão da mancha. Desta forma, conforme o estudo realizado, combinaram-se os cenários de rompimento das estruturas de concreto em evento de cheia decamilar e Condição de Carregamento Excepcional, com o cenário de rompimento por *piping* das estruturas de terra em dia de sol e Condição de Carregamento Normal.

Os itens a seguir apresentam as principais informações obtidas pelo estudo.

5.4 PROPAGAÇÃO HIDRÁULICA DA ONDA DE RUPTURA

O hidrograma de ruptura representa a passagem completa, através da seção da brecha no barramento, do volume liberado do reservatório durante um evento de ruptura. O impacto ocasionado pelo hipotético rompimento da UHE Cachoeira Caldeirão foi avaliado por 36 seções de controle, em diferentes locais do vale a jusante representados nas cartas de inundação.

Considerando os cenários definidos para a UHE Cachoeira Caldeirão (RDC 5 e RDC 6) as 7 e Figura apresentam os hidrogramas de ruptura, calculados no Estudo de Ruptura da barragem da UHE Cachoeira Caldeirão, para as seções transversais denominadas de “Seções de interesse” nas cartas de inundação da barragem.

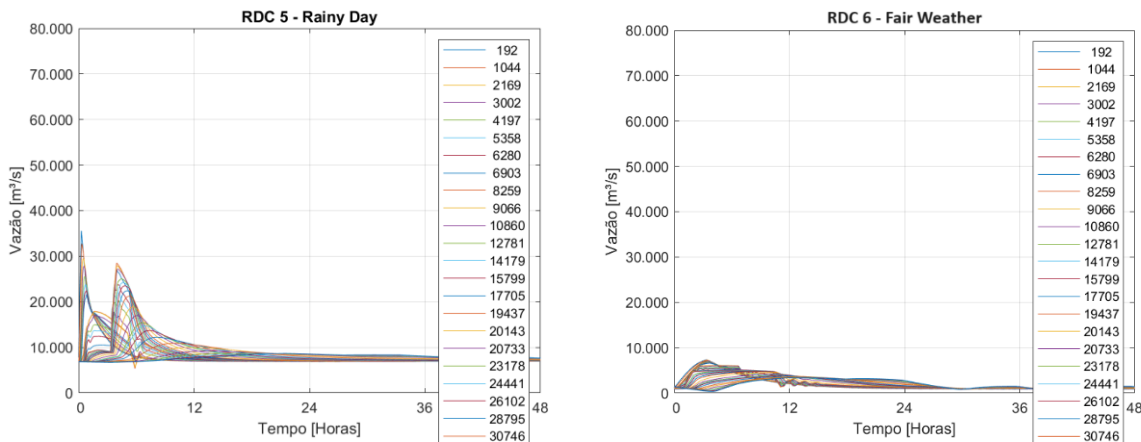


Figura 7. Propagação dos hidrogramas de ruptura.

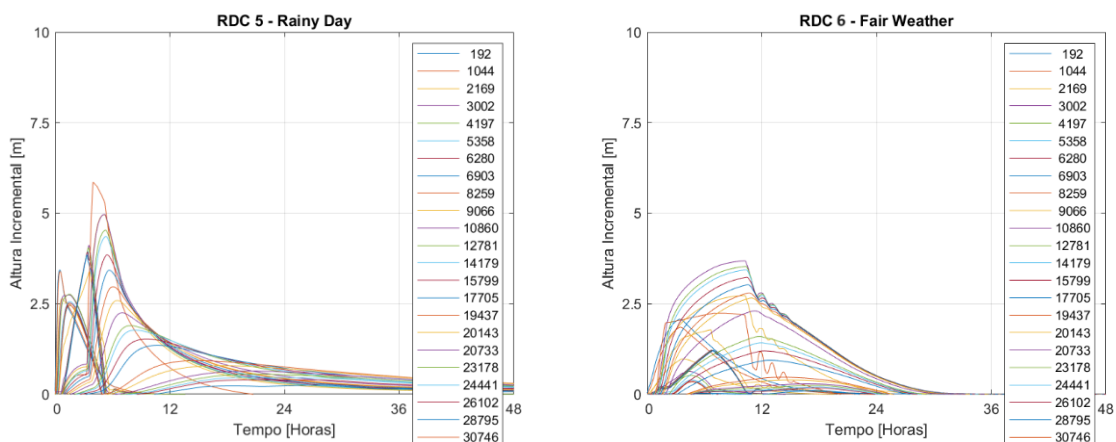


Figura 8. Profundidade da onda propagada.

Para o cenário RDC 5, o pico da onda induzida pela ruptura da UHE Cachoeira Caldeirão atinge uma elevação de coluna d'água da ordem de 5,45 m (altura incremental de 3,43 m) próximo do barramento e leva cerca de 30 minutos para chegar no eixo da barragem da UHE Coaracy Nunes, resultando em uma onda de ruptura com cerca de 5,0 m de profundidade. Para este cenário é identificada a ruptura em cascata, uma vez que o reservatório e o sistema de vertimento da UHE Coaracy Nunes não suporta a onda induzida na ruptura hipotética da UHE Cachoeira Caldeirão.

Por consequência, a onda de ruptura chega no eixo da UHE Ferreira Gomes em pouco mais de 03 horas e 20 minutos, atingindo uma elevação de coluna d'água da ordem de 9,83 m (altura incremental de 5,85 m). Nesse cenário, é identificado a ruptura em cascata da UHE Ferreira Gomes.

Mais detalhes, podem ser encontrados no APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA. Por sua vez, as cartas de inundação podem ser visualizadas no APÊNDICE 7 – CARTAS DE INUNDAÇÃO.

5.5 ZONA DE AUTOSSALVAMENTO (ZAS)

De acordo com recomendações de FEMA (2013) e FERC (2014), bem como de documentação da ANA (2017) e dos dispositivos aplicáveis da PNSB, a Zona de Autossalvamento (ZAS) é definida como a região, imediatamente a jusante da barragem, em que se considera não haver tempo suficiente para uma adequada intervenção dos serviços e agentes de proteção civil em caso de acidente. Sua extensão é definida pela extensão após 30 minutos de propagação da onda induzida pela ruptura hipotética da barragem, ou até 10 km a jusante, conforme Art. 13 da REN 1.064/2023 ANEEL “A ZAS deve ser definida em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de inundação no decorrer de trinta minutos ou dez quilômetros”.

Para todos os cenários de ruptura hipotética foi avaliado o percurso da onda e a extensão dentro desses 30 min. A escolha do cenário de referência para o PAE está condicionada ao maior DPA, portanto, o cenário que determina a maior extensão atingida em decorrência da ruptura da barragem.

Tabela 4. Extensão ZAS.

Cenário de Ruptura	Extensão ZAS
RDC 5 + RDC 6	Eixo da UHE Coaracy Nunes

Para atendimento ao texto da legislação vigente, a ZAS da UHE Cachoeira Caldeirão ficou definida até o eixo da barragem da UHE Coaracy Nunes, em consonância com a Resolução ANEEL nº 1.064/2023: “§ 5º A área de abrangência dos estudos de que trata o § 2º deverá se estender até o amortecimento da cheia associada ou até o reservatório da usina hidrelétrica imediatamente a jusante, o que ocorrer primeiro”.

Dentro da Zona de Autossalvamento (ZAS) existe a Casa de Força da UHE Cachoeira Caldeirão e propriedades no vale a jusante. Estas poderão ser afetadas pela onda de cheia resultante da ruptura da barragem. O APÊNDICE 9 – apresenta a localização dos pontos atingidos dentro da ZAS.

Destaca-se que para melhor salvaguardar a população no vale a jusante, com base no estudo apresentado no documento 840-EDP-RTJ-PNSB-001-C⁸, a Cachoeira Energia optou por estender alguns dos elementos de proteção da ZAS (rotas de fuga e pontos de encontro) por mais 14 km além da ZAS.

⁸ Documento “Definição de critérios técnicos e jurídicos para cumprimento da Política Nacional de Segurança de Barragens” (Fractal Engenharia, 2022) – que apresenta que a região mais suscetível aos impactos decorrentes da ruptura de barragens se concentra nos primeiros 24 km a jusante das estruturas.

5.6 ÁREA DE INFLUÊNCIA DA RUPTURA

O fim da influência das ondas de inundação dos cenários de ruptura é determinado a partir do momento que a altura incremental é inferior a 0,61 m (2 pés)⁹.

A Tabela 5 apresenta a distância que delimita o final da área de influência da ruptura¹⁰ para o cenário definido. Ressalta-se que esta distância é referente ao trecho entre a ZAS e o final da influência da ruptura da UHE Cachoeira Caldeirão.

Tabela 5. Extensão da área de influência da ruptura.

Cenário de Ruptura	Extensão (km)
RDC 5 e RDC 6	74,80

5.7 RESTRIÇÕES LOCAIS

Algumas restrições de acesso em momentos de crise podem ser descritas. Dentre elas, o acesso às localidades da área de inundação mediante as rodovias e estradas sujeitas à inundação. Essas restrições de acesso podem ser visualizadas no APÊNDICE 7 – CARTAS DE INUNDAÇÃO, sendo informações úteis para os órgãos de Defesa Civil, para que, em momentos de crise, o isolamento e interdição das vias seja adequadamente planejado e executado.

Dentre as possíveis restrições de acesso em situação de ruptura da UHE Cachoeira Caldeirão, destaca-se a ponte da BR-156, localizada imediatamente a jusante da UHE Ferreira Gomes e que possui cota do piso de rodagem na elevação de 14 manm, conforme Modelo Digital de Terreno.

Na sequência, apresenta-se um resumo dos resultados hidráulicos para os cenários de ruptura *rainy day* (RDC 5) e *sunny day* (RDC 6). A figura a seguir indica o cotograma na seção da ponte no cenário RDC 5, no qual a borda livre é inferior a 1,0 m – recomendação do DNIT (2005) em caso de cheias extremas (projeto ou excepcional). Ressalta-se que a cota do tabuleiro da ponte deve ser validada em campo para confirmar a possibilidade de galgamento.

Tabela 6. Resumo hidráulico – Ponte sobre o rio Araguari.

Ponte	Cota do tabuleiro [manm]	Cenário	Cota de pico [manm]	Profundidade [m]	Altura incremental [m]	Tempo de chegada	Borda livre [m]
BR-156	14,00	RDC 5	13,21	9,83	5,85	03h19min	0,79
		RDC 6	5,63	2,24	2,24	01h12min	8,37

⁹ Conforme FEMA (2013)

¹⁰ A área de influência de ruptura pode ser comparada com a Zona Secundária de Segurança, definida na res. 1.064/2023 da ANEEL.

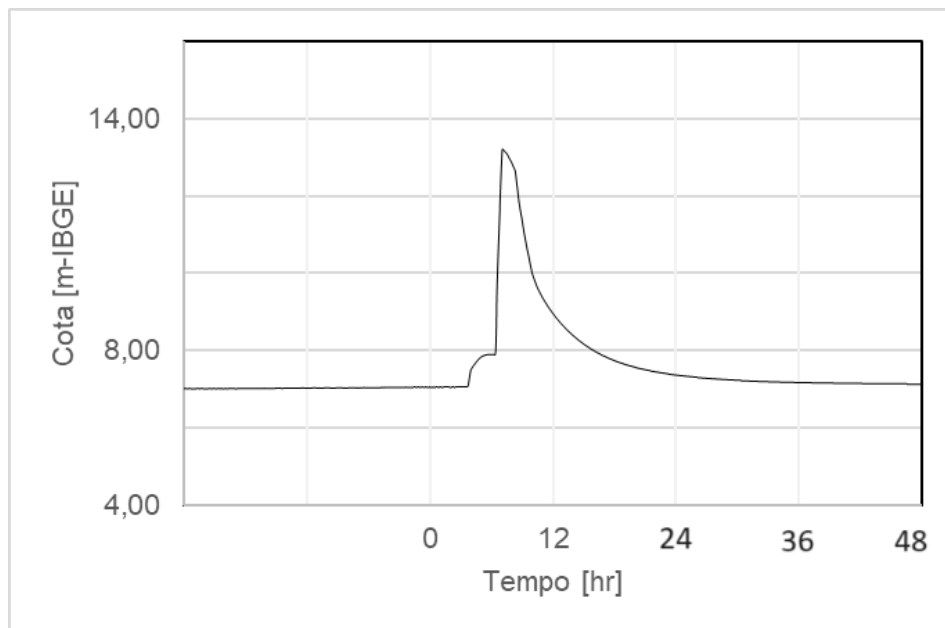


Figura 9. Cotagrama da ponte BR-156 para o cenário RDC 5.

6 SEÇÃO VI – MEDIDAS PARA REGASTE DE ATINGIDOS E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS

De acordo com o estabelecido pela Lei nº 12.608/2012, a Defesa Civil executa a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) em seu âmbito territorial. Nesta lei, estão preconizadas, em seu Art. 8º, as competências do órgão de Defesa Civil em cenários de desastre, como, por exemplo, organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres, bem como a orientação das comunidades à adoção de comportamentos de prevenção e resposta, além da promoção da autoproteção.

Reforçando a ação conjunta entre empreendedor e Proteção e Defesa Civil, a Lei nº 12.608/2012, que estabelece a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, prevê no inciso IX, do Art. 8, que ao município compete estimular a participação de entidades privadas (e outras) nas ações do SINPDEC, além de "promover o treinamento de associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas".

Conforme a Lei 14.066/2020, o empreendedor deve, em articulação com o poder público, elaborar medidas para resgatar atingidos (pessoas e animais), mitigar os impactos ambientais, assegurar o abastecimento de água potável e resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural.

Em 2024, ocorreram as etapas de implantação e operacionalização do PAE da UHE Cachoeira Caldeirão, que envolveram o cadastro e sensibilização da população, definição e validação dos pontos de encontro, avaliação e teste do sistema de alerta, treinamentos e simulados internos e externos.

Neste período, foi dado início ao trabalho de relacionamento com as Defesas Cíveis, bem como disponibilizado o PAE implementado, com a realização do simulado de evacuação para o cenário de ruptura da barragem.

O plano será elaborado de forma colaborativa, envolvendo diferentes setores e instituições, para garantir que as ações previstas atendam às necessidades da comunidade de maneira integrada, estabelecendo diretrizes claras e protocolos que contribuam para a prevenção e a gestão de desastres. A parceria com a Defesa Cível é um passo essencial para identificar riscos, definir estratégias de mitigação e assegurar a proteção da população em momentos críticos.

O Plano de Contingência é uma ferramenta relevante para o município, uma vez que:

- Identifica e analisa os principais riscos locais, como enchentes, deslizamentos, secas ou acidentes.
- Define papéis e responsabilidades claras para as autoridades, equipes técnicas, voluntários e demais envolvidos.
- Estabelece protocolos de resposta rápida, minimizando os impactos à população, infraestrutura e meio ambiente.
- Organiza os recursos disponíveis, como veículos, equipamentos, abrigos temporários e suprimentos de emergência.
- Promove a integração de diferentes setores, como saúde, educação, segurança e assistência social, garantindo uma abordagem abrangente.

Com a conclusão do PLANCOM, as medidas para regaste de atingidos e mitigação de impactos causados pela ruptura da barragem devem ser anexadas a este plano.

De forma a subsidiar a elaboração do PLANCOM, verificou-se a existência de sistemas captação de água para abastecimento e patrimônios culturais potencialmente afetados pela mancha de inundação.

Não foram encontradas estruturas de saneamento dentro da área atingida, conforme dados do Atlas Águas elaborado pela ANA em 2021. Foram mapeadas, entretanto, 5 (cinco) escolas, 1 (um) museu, 1 (um) hospital e 4 (quatro) fazendas na mesma região. O compilado dessas benfeitorias assim como a indicação em coordenadas das respectivas localizações está exposto no Quadro 10.

Quadro 10. Mapeamento de estruturas vulneráveis.

Classificação	Nome	Latitude (Norte)	Longitude (Este)	Fuso
Escola	Escola Municipal Pastor Jaci Torquato	94248	479536	22N
	Escola Prof Iraci Tavares	94852	479564	22N
	Escola Municipal de Alfabetização	95047	480145	22N

Classificação	Nome	Latitude (Norte)	Longitude (Este)	Fuso
	Escola Estadual Enedina Marques Costa	93678	493138	22N
	Escola Estadual Pedro Roldão Figueiredo	98738	495893	22N
Hospital	Hospital de Ferreira Gomes	94521	479726	22N
Museu	Casa do Artesão de Ferreira Gomes	94859	479754	22N
Fazenda	Fazenda Zebolândia	92456	485618	22N
	Fazenda Dois Irmãos	94757	491450	22N
	Retiro São Jorge	93986	492207	22N
	Fazenda Nova Campanha	93022	494126	22N

REFERÊNCIAS

ABRAGE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS GERADORAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Orientações para elaboração do PAE das barragens de usinas hidrelétricas – v3.0. Belo Horizonte, Outubro, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 236, de 30 de janeiro de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Resolução nº 121, de 09 de maio de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens Vol. 4 – Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência (PAE). 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução nº 1.064, de 02 de maio de 2023.

Decreto Federal nº 11.310, de 26 de Dezembro de 2022.

Lei Federal nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010. Brasília, 2010.

Lei Federal nº 12.608 de 10 de Abril de 2012. Brasília, 2012.

Lei Federal nº 14.066 de 30 de Setembro de 2020. Brasília, 2020.

Lei Complementar nº 912 de 05 de Junho de 2019. Vitória, ES, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – LISTA CONTATOS INTERNOS E EXTERNOS

Quadro 11. Lista de contatos Internos e Externos.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0001	983-CCA-AP-PAE-0001.pdf

APÊNDICE 2 – PROGRAMA DE TREINAMENTO E DIVULGAÇÃO DO PAE

Quadro 12. Programa de Treinamento e Divulgação do PAE.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0002	983-CCA-AP-PAE-0002.pdf

APÊNDICE 3 – MONITORAMENTO E CONTROLE DE ESTABILIDADE DA BARRAGEM

Quadro 13. Monitoramento e Controle de Estabilidade.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0003	983-CCA-AP-PAE-0003.pdf

APÊNDICE 4 – FICHAS DE AÇÃO

Quadro 14. Fichas de Ação.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0004	983-CCA-AP-PAE-0004.pdf

APÊNDICE 5 – FORMULÁRIOS-TIPO

Quadro 15. Formulários-tipo.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0005	983-CCA-AP-PAE-0005.pdf

APÊNDICE 6 – ESTUDO DE RUPTURA HIPOTÉTICA

Quadro 16. Estudo de Ruptura Hipotética.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0006	983-CCA-AP-PAE-0006.pdf

APÊNDICE 7 – CARTAS DE INUNDAÇÃO

Quadro 17. Cartas de Inundação.

Descrição	Código
Carta de Inundação - ZAS	983-CCA-DES-ZAS-1.pdf
Carta de Inundação - PERIGO RDC 05	983-CCA-DES-PER-0005-0.pdf
Carta de Inundação - PERIGO RDC 06	983-CCA-DES-PER-0006-0.pdf

APÊNDICE 8 – PONTOS DE ENCONTRO E ROTAS DE FUGA

Quadro 18. Pontos de Encontro e Rotas de Fuga.

Código	Descrição
983-CCA-DES-PEC	CCD-IMP-DE-24-001_R00.pdf

APÊNDICE 9 – CADASTRO DA POPULAÇÃO INSERIDA NA ZAS

Quadro 19. Caderno de Coordenadas das Estruturas Vulneráveis.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0009	983-CCA-AP-PAE-0009.pdf

APÊNDICE 10 – GUIA DO PAE

Quadro 20. Guia do PAE.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0010	983-CCA-AP-PAE-0010.pdf

APÊNDICE 11 – ENTIDADES COM CÓPIA DO PAE

Quadro 21. Entidades com cópia do PAE.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0011	983-CCA-AP-PAE-0011.pdf

APÊNDICE 12 – RESPONSABILIDADE TÉCNICA DO PAE

Quadro 22. Responsabilidade técnica do PAE.

Código	Arquivo
983-CCA-AP-PAE-0012	983-CCA-AP-PAE-0012.pdf